



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**NÁVRH BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ VYZTUŽENÝCH
KOMPOZITNÍ VÝZTUŽÍ**

DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES REINFORCED WITH FRP REINFORCEMENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Denisa Bártová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. FRANTIŠEK GIRGLE, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Denisa Bártová
Název	Návrh betonových konstrukcí vyztužených kompozitní výztuží
Vedoucí práce	Ing. František Girgle, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Stavební podklady v nutném rozsahu – tvarové řešení, půdorysy, řezy, geologie, apod.

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí;

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí;

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby;

ČSN EN 206 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda;

fib Bulletin no. 40: FRP reinforcement in RC structures;

ACI 440.1R-15: Guide for the design and construction of concrete reinforced with FRP bars;

CSA S806-12: Design and Construction of Building Structures with Fibre-reinforced Polymers.

Další literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Pro zadanou konstrukci (dílčí část) proveďte statický výpočet a návrh vyztužení. Návrh vyztužení proveďte pro betonářskou výztuž i dle alternativních návrhových postupů pro kompozitní výztužné vložky.

Ostatní činnosti a případná zjednodušení zadání provádějte v souladu s pokyny vedoucího bakalářské práce. Práce bude zpracována v rozsahu vědomostí, které odpovídají znalostem posluchače bakalářského studijního programu.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady, studie

P2. Statický výpočet

P3. Výkresová dokumentace

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Práce se zabývá problematikou návrhu konstrukce s FRP výztuží. Navrhovanou konstrukcí je zde stropní deska vyztužená v obou směrech provedená ve dvou variantách. V první variantě je konstrukce provedena z klasického železobetonu, zatímco ve druhé variantě je výztuž při horním povrchu nahrazena FRP výztuží. Obě varianty jsou následně porovnány. Stropní konstrukce se nachází v třídě prostředí XD1.

Součástí práce je statický výpočet a výkresová dokumentace. Veškeré výpočty byly provedeny v souladu s Eurokódem 2 a fib. Bulletin No. 40.

KLÍČOVÁ SLOVA

křížem vyztužená deska, železobeton, FRP (Fiber Reinforced Polymer), návrh, posouzení

ABSTRACT

The thesis deals with design of a FRP reinforced concrete structure. The structure is a two way floor slab designed in two ways. The first one is typically reinforced concrete; in the second, the upper reinforcement is replaced with a FRP reinforcement. Ultimately, both variations are compared at the end. The floor structure is located in exposure class XD1.

The thesis includes a structural design as well as drawings. All calculations were performed in accordance with Eurocode 2 and Fib. Bulletin No. 40.

KEYWORDS

two way slab, reinforced concrete, FRP (Fiber Reinforced Polymer), design, assessment

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Denisa Bártová *Návrh betonových konstrukcí vyztužených kompozitní výztuží*. Brno, 2018. 17 s., 169 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí.
Vedoucí práce Ing. František Girgler, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2018

Denisa Bártová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala zejména vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Františku Girglemu, Ph.D. za veškeré cenné rady a ochotu vždy si najít čas a zodpovědět každý můj dotaz.

Velké poděkování patří také mé rodině, především mým rodičům a prarodičům, kteří mě po celou dobu studia podporovali a motivovali.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**NÁVRH BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ VYZTUŽENÝCH
KOMPOZITNÍ VÝZTUŽÍ**

DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES REINFORCED WITH FRP REINFORCEMENT

TECHNICKÁ ZPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Denisa Bártová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. FRANTIŠEK GIRGLE, Ph.D.

BRNO 2018

OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	POPIS KONSTRUKCE.....	9
	2.1 Základové konstrukce.....	9
	2.2 Svislé konstrukce.....	9
	2.3 Vodorovné konstrukce	9
3	MATERIÁL.....	9
4	ZATÍŽENÍ.....	10
5	DIMENZOVÁNÍ VÝZTUŽE.....	10
	5.1 Výztuž při spodním povrchu.....	10
	5.2 Výztuž při horním povrchu	11
	5.2.1 Varianta č. 1 – beton C30/37 + ocel B 500B	11
	5.2.2 Varianta č. 2 – beton C30/37 + FRP výztuž.....	11
	5.2.3 Porovnání obou variant	12
6	ZÁVĚR	12
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	13
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	15
	8.1 Písmena latinské abecedy.....	15
	8.2 Písmena řecké abecedy.....	16
9	SEZNAM PŘÍLOH	17

1 ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá návrhem a posouzením nosné konstrukce bytového domu v prostoru garáží nad 2. PP. Stropní deska je provedena ve dvou variantách, v 1. variantě je stropní deska provedená jako železobetonová, zatímco ve 2. variantě je vyztužení při horním okraji provedeno z FRP výztuže. Jako FRP výztuž je použita kompozitní výztuž od výrobce Schöck ComBAR®.

Statické působení stropní desky je řešeno metodou konečných prvků ve výpočetním programu SCIA Engineer 17.

2 POPIS KONSTRUKCE

Celý bytový dům se skládá ze dvou osově symetrických částí, a proto se bakalářská práce zabývá pouze jednou z těchto částí. Půdorysné rozměry celého objektu jsou 17,2 x 72,19 m.

Objekt se skládá z 5 nadzemních podlaží a 2 podzemních podlaží. Nadzemní podlaží slouží jako obytné prostory, v podzemních podlažích jsou umístěné garáže.

2.1 Základové konstrukce

Bytový dům je založen na základové desce.

2.2 Svislé konstrukce

Nosný systém konstrukce je železobetonový, v obou podzemních podlažích je vytvořen jako skeletový s rozměry sloupů 0,45 x 0,7 m, zatímco v nadzemních podlažích je nosný systém stěnový příčný. Konstruktivní výška nadzemních podlaží je 2,9 m, v obou podzemních podlažích jsou konstruktivní výšky rozdílné, v 1. PP jde o 2,5 m, zatímco ve 2. PP 2,45 m.

Svislé nosné stěnové konstrukce vnitřní jsou ve všech podlažích tvořeny jako monolitické o tloušťce 220 mm a doplněné o minerální vatu a přízdívku z tvárnic YTONG.

Nenosné svislé konstrukce – příčky jsou tvořeny cihelnými bloky Porotherm 11,5.

2.3 Vodorovné konstrukce

Nosné vodorovné konstrukce jsou tvořeny monolitickou stropní deskou o konstantní tloušťce 270 mm. V podzemních podlažích jsou stropní desky podporovány obdélníkovými sloupy, v nadzemních podlažích jsou podporovány nosnými stěnami. Deska je navržena jako spojitá a vyztužená v obou směrech.

3 MATERIÁL

V obou variantách řešení je použit beton třídy C30/37. V první variantě je použita betonářská výztuž B 500B, ve druhé variantě je stejná betonářská výztuž ponechána při spodním okraji a při horním okraji je nahrazena kompozitní GFRP výztuží Schöck ComBAR®.

BETON C 30/37 – XD1 (CZ) – CI 0,2 – D_{max} 16 mm – S3 (dle [17])

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

f_{ck} ... charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku

$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$

f_{ctm} ... průměrná hodnota pevnosti betonu v tahu

$E_{cm} = 32 \text{ GPa} = 32 \times 10^3 \text{ MPa}$

E_{cm} ... modul pružnosti betonu

$\epsilon_{cu3} = 3,50 \text{ ‰}$

ϵ_{cu3} ... limitní přetvoření betonu v tlaku

Ocel B 500B $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ f_{yk} ... charakteristická mez kluzu betonářské výztuže $E_s = 200 \text{ GPa} = 200 \times 10^3 \text{ MPa}$ E_s ... modul pružnosti betonářské oceli $\varepsilon_{yd} = f_{yk} / E_s = 434,78 / 200\,000 = 2,174 \text{ ‰}$ ε_{yd} ... přetvoření výztuže při dosažení meze kluzu**GFRP výztuž Schöck ComBAR®** $f_{fk} = 1350 \text{ MPa}$ (pro $\varnothing 10 \text{ mm}$) f_{fk} ... charakteristická pevnost FRP výztuže v tahu $E_f = 60 \text{ GPa} = 60 \times 10^3 \text{ MPa}$ E_f ... modul pružnosti GFRP výztuže

4 ZATÍŽENÍ

Konstrukce je zatížena běžným stálým a proměnným zatížením dle příslušné části ČSN EN 1991.

Do stálého zatížení je zahrnuta vlastní tíha konstrukce a zatížení od podlah. Zemní tlak ve výpočtech není uvažován, jelikož to není předmětem této bakalářské práce.

Do proměnného zatížení je započítáno zatížení od přemístitelných příček dle [7] a užitná zatížení jednotlivých podlaží dle jejich kategorie. V případě návrhu rozměrů sloupů je do proměnného zatížení uvažováno také zatížení sněhem ve II. sněhové oblasti [8].

Pro získání celkového zatížení pro návrh byly použity kombinace zatížení 6.10a) a 6.10b) dle [6].

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (\text{Rovnice 6.10a})$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (\text{Rovnice 6.10b})$$

Kombinace jsou tvořeny 11 zatěžovacími stavy, které jsou rozděleny do tří skupin zatížení. Do první skupiny patří stálé zatížení (vlastní tíha konstrukce, zatížení od podlah a liniové zatížení od schodišťových ramen), do druhé skupiny patří proměnné zatížení užitné (užitné plné, užitné šach 1, užitné šach 2, užitné zatížení v pásech – sudé a liché v obou směrech) a třetí skupinu tvoří užitné zatížení schodiště. Druhá skupina je nastavena jako výběrová, tzn. program si vybírá, se kterým zatěžovacím stavem z této skupiny dojde k největšímu možnému zatížení, neuvažuje všechny zatěžovací stavy najednou.

Při dimenzování FRP výztuže na dlouhodobou únosnost byla ve výpočetním programu použita charakteristická kombinace [6] místo kvazistálé, a to z důvodu bezpečnosti návrhu.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

5 DIMENZOVÁNÍ VÝZTUŽE

V obou směrech je navržena hlavní nosná výztuž v základním rastru, který je následně v kritických místech doplněn o přídatnou výztuž. Tento postup by uplatněn jak při dimenzování klasické železobetonové varianty, tak i při návrhu 2. varianty s FRP výztuží.

5.1 Výztuž při spodním povrchu

Krytí výztuže $c = 40 \text{ mm}$

SMĚR Y

Základní uspořádání $\varnothing 10/200 \text{ mm}$

Přídavná výztuž $\varnothing 6/200 \text{ mm}$

SMĚR X

Základní uspořádání $\emptyset 10/200$ mmPřídavná výztuž $\emptyset 6/200$ mm

5.2 Výztuž při horním povrchu

5.2.1 Varianta č. 1 – beton C30/37 + ocel B 500B

Z důvodu přehlednosti jsou v přehledu níže uvedeno a porovnáno pouze konkrétní kritické místo – podpora D3.

Krytí výztuže $c = 40$ mm

SMĚR Y

Základní uspořádání $\emptyset 10/200$ mmPřídavná výztuž $\emptyset 16/200$ mm

SMĚR X

Základní uspořádání $\emptyset 10/200$ mmPřídavná výztuž $\emptyset 16/200$ mm

5.2.2 Varianta č. 2 – beton C30/37 + FRP výztuž

Je uvedena pouze výztuž navržená pro dlouhodobě působící zatížení, jelikož je rozhodující.

Krytí výztuže $c = 20$ mm

SMĚR Y

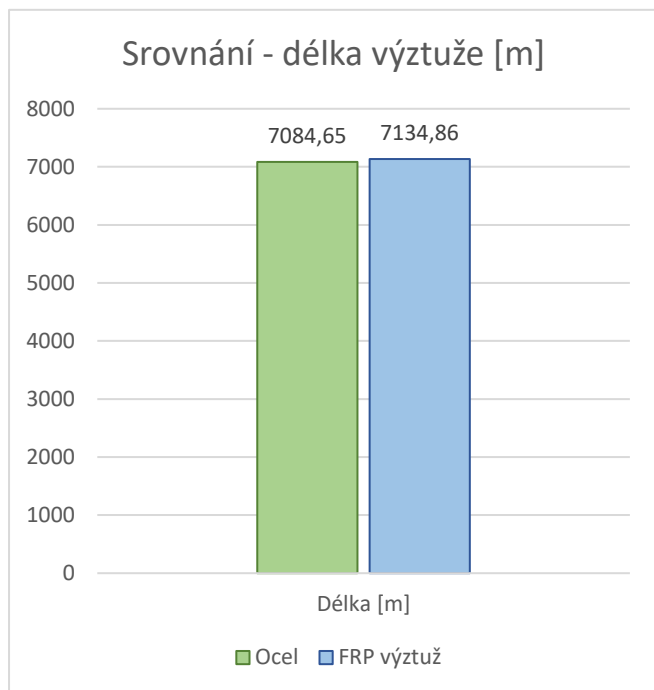
Základní uspořádání $\emptyset 10/200$ mmPřídavná výztuž $\emptyset 12/200$ mm

SMĚR X

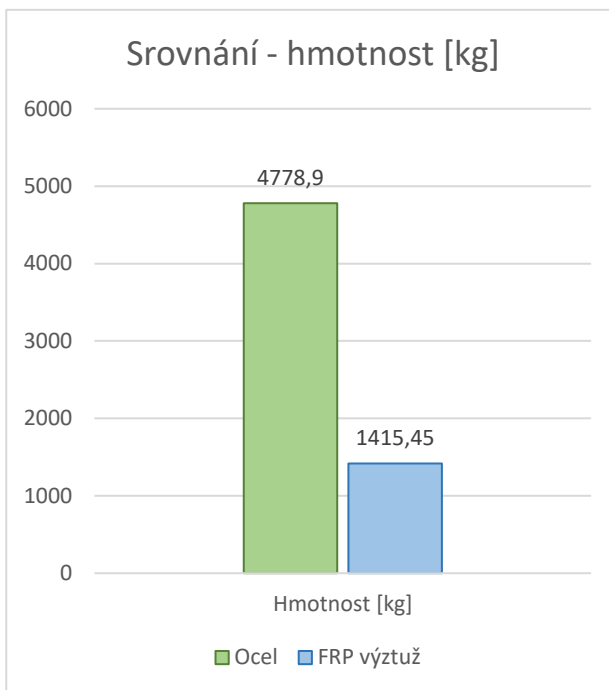
Základní uspořádání $\emptyset 10/200$ mmPřídavná výztuž $\emptyset 12/200$ mm

5.2.3 Porovnání obou variant

Porovnání obou variant vyztužení při horním povrchu je vyjádřeno grafy 5.1 a 5.2.



Graf 5.1: Porovnání celkové délky výztuže



Graf 5.2: Porovnání celkové hmotnosti

Porovnání je vyjádřeno ve dvou různých veličinách – celková délka výztuže a hmotnost. Z grafu je patrné, že zatímco celková délka vyztužení je srovnatelných hodnot, u hmotnosti dochází k velmi viditelnému rozdílu; hmotnost ocelové výztuže je více než trojnásobná ve srovnání s hmotností FRP výztuže.

6 ZÁVĚR

Stropní deska byla nadimenzována a posouzena na mezní stav únosnosti, a to v obou provedených variantách. Pro dimenzování ocelové i FRP výztuže byl použit stejný postup výpočtu zatížení a vnitřních sil v programu SCIA Engineer, pouze pro výpočet dlouhodobé únosnosti FRP výztuže byla použita charakteristická kombinace. Stejně jako jsem předpokládala, FRP vyztužení pro dlouhodobou únosnost se ukázalo jako rozhodující.

Součástí statického výpočtu je také dimenzování výztuže na protlačení nad jedním ze sloupů. Ostatní sloupy a roh stěny jsou následně posouzeny v programu od výrobce smykových lišt Schöck BOLE.

Mezní stav použitelnosti byl posouzen zjednodušenou metodou dle ČSN EN 1992-1-1, kterou se prokázalo, že lze od výpočtu průhybu upustit.

Veškeré výpočty a posouzení konstrukce jsou provedeny dle platných norem. Součástí práce je i výkresová dokumentace varianty s FRP výztuží. Klasická varianta s ocelovou výztuží je zpracována ve dvou zjednodušených schématech výztuže.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Fib Bulletin No. 40: *FRP reinforcement in RC structures: technical report prepared by a working party of Task Group 9.3, FRP (Fibre Reinforced Polymer) reinforcement for concrete structures*. Lausanne: International Federation for Structural Concrete, 2007. Bulletin Fédération internationale du béton. ISBN 978-2-88394-080-2.
- [2] ACI 440.1R-06: *Guide for the design and construction of structural concrete reinforced with FRP bars*. Farmington Hills: American Concrete Institute, 2007. ISBN 978-087-0312-106.
- [3] CNR-DT 2003/2006. *Guide for the design and construction of concrete structures reinforced with FRP bars*. Rome, 2007.
- [4] ČSN EN 1992-1-1 ed. 2. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. Třídící znak 73 1201.
- [5] ČSN 73 1201. *Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. str. 64. Třídící znak 73 1201.
- [6] ČSN EN 1990 ed. 2. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. Třídící znak 73 0002.
- [7] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, 2004. Třídící znak 73 0035.
- [8] ČSN EN 1991-1-3 ed. 2. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013. Třídící znak 73 0035.
- [9] SCHÖCK COMBAR®: *Technical information*. [online] 2015. [cit. 3. 4. 2018]
Dostupné z: <https://www.schoeck.co.uk/en-gb/download>
- [10] SCHÖCK COMBAR®: *Design guideline for ComBAR® reinforced concrete acc. to Eurocode 2*. [online] 2016. [cit. 3. 4. 2018]
Dostupné z: <https://www.schoeck.co.uk/en-gb/download>
- [11] ZICH, Miloš a Zdeněk BAŽANT. *Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010. ISBN 978-80-7204-693-5.
- [12] ZICH, Miloš. *Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů*. Praha: Dashöfer, 2010. ISBN 978-80-86897-38-7.
- [13] JANUŠ, Ondřej. *Navrhování konstrukcí s FRP výztuží*. Brno, 2016. 158 s., 662 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.

[14] ŠTĚPÁNEK, Petr, František GIRGLE, Anna MATUŠÍKOVÁ, et al. *Navrhování betonových konstrukcí s FRP výztuží: Seminář ČKAIT*. Brno, 2017.

[15] ACI 440.1R-15: *Guide for the design and construction of structural concrete reinforced with fiber-reinforced polymer (FRP) bars*. Farmington Hills: American Concrete Institute, 2015. ISBN 19-427-2710-0.

[16] CAN/CSA-S806-12: *Design and construction of building structures with fibre-reinforced polymers*. Farmington Hills: American Concrete Institute, 2015. ISBN 978-1-55491-931-4.

[17] ČSN EN 206+A1: *Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018. Třídící znak 73 2403.

POUŽITÝ SOFTWARE

SCIA Engineer 17.1

Calculation program Schöck Bole®

Design Tools Schoeck Combar®

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

8.1 Písmena latinské abecedy

A	plocha
A_c	plocha betonu
A_f	navržená plocha FRP výztuže
$A_{f,min}$	minimální plocha FRP výztuže
$A_{f,max}$	maximální plocha FRP výztuže
$A_{s,t}$	navržená plocha ocelové výztuže
$A_{s,min}$	minimální plocha ocelové výztuže
$A_{s,max}$	maximální plocha ocelové výztuže
$A_{s,req}$	požadovaná plocha výztuže
b	šířka
c	navržená hodnota krytí výztuže
$c_{,min}$	minimální krycí vrstva výztuže
d	účinná výška průřezu
e	excentricita
E_{cm}	modul pružnosti betonu
E_f	modul pružnosti FRP výztuže
E_s	modul pružnosti betonářské oceli
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	průměrná hodnota pevnosti betonu v tahu
f_{ctd}	návrhová hodnota pevnosti betonu v tahu
$f_{ctk,0,05}$	pětiprocentní kvantil pevnosti betonu v tahu
f_{bd}	návrhové mezní napětí v soudržnosti
$f_{fk,1000h}$	charakteristická pevnost v tahu FRP výztuže v čase 1000 hodin
f_{fd}	návrhová pevnost FRP výztuže v tahu
f_{fd}^{LT}	návrhová dlouhodobá pevnost FRP výztuže v tahu
f_{fk}	charakteristická pevnost FRP výztuže v tahu
f_{yd}	návrhová mez kluzu betonářské výztuže
f_{yk}	charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
F_{cc}	síla v tlačené části betonu
F_T	síla ve výztuži
$F_{T,LT}$	síla ve výztuži při dlouhodobě působícím zatížení
g_k	charakteristická hodnota stálého zatížení
q_k	charakteristická hodnota nahodilého zatížení
h	výška desky/průřezu
$l_{b,min}$	minimální kotevní délka
$l_{b,rqd}$	základní kotevní délka
l_{bd}	návrhová kotevní délka

l_o	návrhová přesahová délka
$l_{o,min}$	minimální přesahová délka
l_n	světlé rozpětí
M_{Ed}	návrhová hodnota působícího vnitřního ohybového momentu
M_{Rd}	moment na mezi únosnosti
n	součinitel pro výpočet redukčního součinitele zohledňujícího dlouhodobé účinky
n_{mo}	součinitel vlivu vlhkosti prostředí
n_{SL}	součinitel předpokládané životnosti
n_T	součinitel teploty prostředí
R_{10}	redukce tahové pevnosti za dekádu logaritmického času
s	podélná vzdálenost třmínků
s_n	světlá vzdálenost podélné výztuže
s_{min}	minimální světlá vzdálenost podélné výztuže
s_{max}	maximální osová vzdálenost podélné výztuže
V_{Ed}	návrhová hodnota smykového napětí
V_{Ed}	návrhová hodnota posouvající síly
$V_{Ed,max}$	maximální hodnota návrhové posouvající síly
$V_{rd,c}$	návrhová hodnota odolnosti v protlačení desky bez smykové výztuže
$V_{rd,cs}$	návrhová hodnota odolnosti v protlačení desky se smykovou výztuží
x	poloha neutrální osy
x_{bal}	poloha neutrální osy při balančním stupni vyztužení
z	rameno vnitřních sil

8.2 Písmena řecké abecedy

α	součinitel převádějící napětí v tlačené části průřezu na rovnoměrné
γ	objemová tíha materiálu
γ_c	dílčí součinitel spolehlivosti betonu
γ_f	dílčí součinitel spolehlivosti FRP výztuže
γ_G	dílčí součinitel stálého zatížení
γ_Q	dílčí součinitel proměnného zatížení
γ_s	dílčí součinitel spolehlivosti betonářské výztuže
ϵ_c	přetvoření krajních tlačných vláken
ϵ_{cu}	limitní přetvoření betonu v tlaku
ϵ_{fd}	mezní přetvoření FRP výztuže
ϵ_s	přetvoření ocelové výztuže
ϵ_{yd}	přetvoření výztuže při dosažení meze kluzu
$\eta_{env,t}$	redukční součinitel zohledňující dlouhodobé účinky prostředí
ρ	stupeň vyztužení
σ_s	napětí ve výztuži
\emptyset	průměr výztuže

9 SEZNAM PŘÍLOH

P1. Použité podklady

Řez objektem

Půdorys 2. PP

P2. Statický výpočet + schémata vyztužení ve variantě ocel

P3. Výkresová dokumentace

P3.001	Výkres tvaru stropní desky nad 2. PP	1:50
--------	--------------------------------------	------

P3.002	Výkres spodní výztuže stropní desky nad 2. PP	1:50
--------	---	------

P3.003	Výkres horní výztuže stropní desky nad 2. PP	1:50
--------	--	------

P4. Návrh betonových konstrukcí vyztužených kompozitní výztuží

P5. Přílohy statického výpočtu